

[Retour au Sommaire](#)



## Les relations diversité / structure de la végétation dans les SAF cacao

Deheuvels, O.<sup>1, 2\*</sup>, Cerda, R.<sup>2</sup>, and Somarriba, E.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>: CIRAD, UMR System, F-34070 Montpellier, France

<sup>2</sup>: CATIE, DID, 7170, Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica

\* Corresponding author: [deheuvel@catie.ac.cr](mailto:deheuvel@catie.ac.cr) / [olivier.deheuvels@cirad.fr](mailto:olivier.deheuvels@cirad.fr)

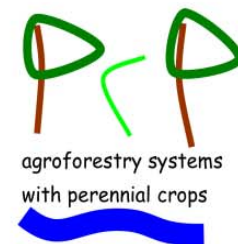


Mesoamerican  
Agroenvironmental  
Program



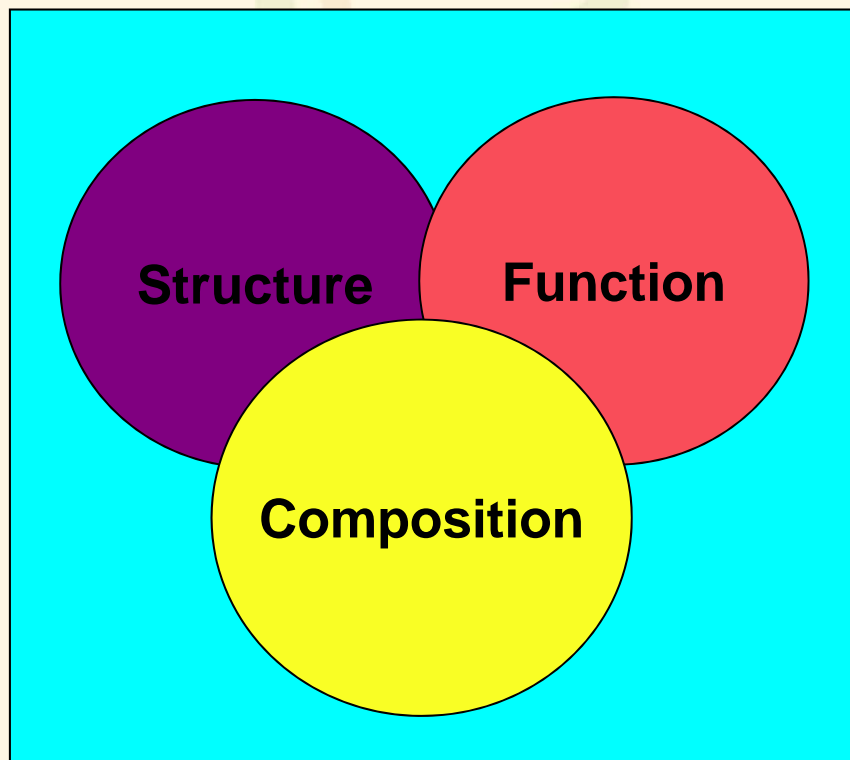
# La Diversité - Questions Importantes

1. Dimensions
2. A quelle échelle géographique?
3. Combien d'espèces?
  - Richesse taxonomique (nombre de taxa)
4. Combien d'individus par espèce ?
  - Équitabilité (abondance relative des taxa)
5. Comment et où sont-elles distribuées?
6. Quels facteurs influencent leur nombre?



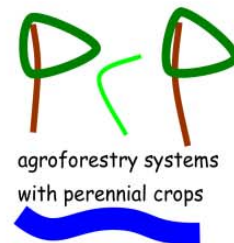


# Dimensions de la biodiversité



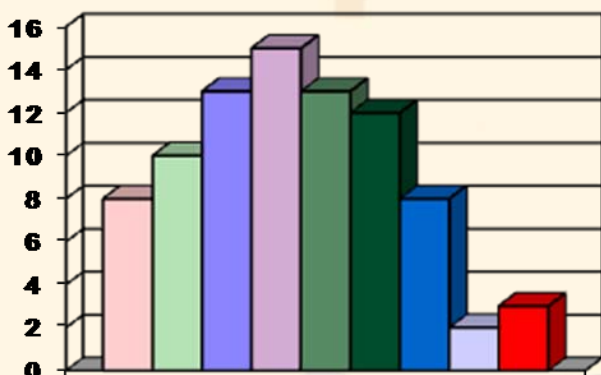
La biodiversité a 3 dimensions:

1. composition (ce qui est présent)
2. structure (comment les éléments présents sont organisés les uns par rapport aux autres)
3. fonction (les processus qui génèrent la biodiversité et qui affectent la structure et la composition)



## Indicateurs structurels de biodiversité

- Distribution en taille ou en âge d'une population
- Abondance relative des espèces d'une communauté
- Indices de fragmentation de l'habitat



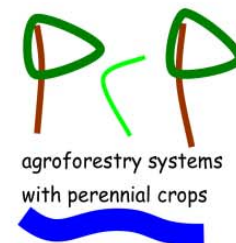
## Indicateurs compositionnels de biodiversité

- Fréquences géniques
- Richesse spécifique
- Nombre d'habitats



## Indicateurs fonctionnels de biodiversité

- Taux d'échanges génétiques entre les populations
- Taux de croissance des populations
- Taux de recyclage des éléments nutritifs

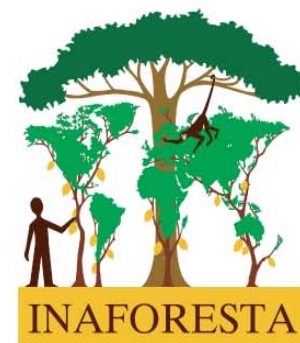
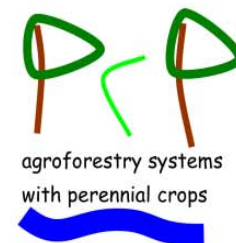


# Échelle Géographique

## Types de Diversités $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$

La diversité peut se mesurer selon 3 niveaux géographiques

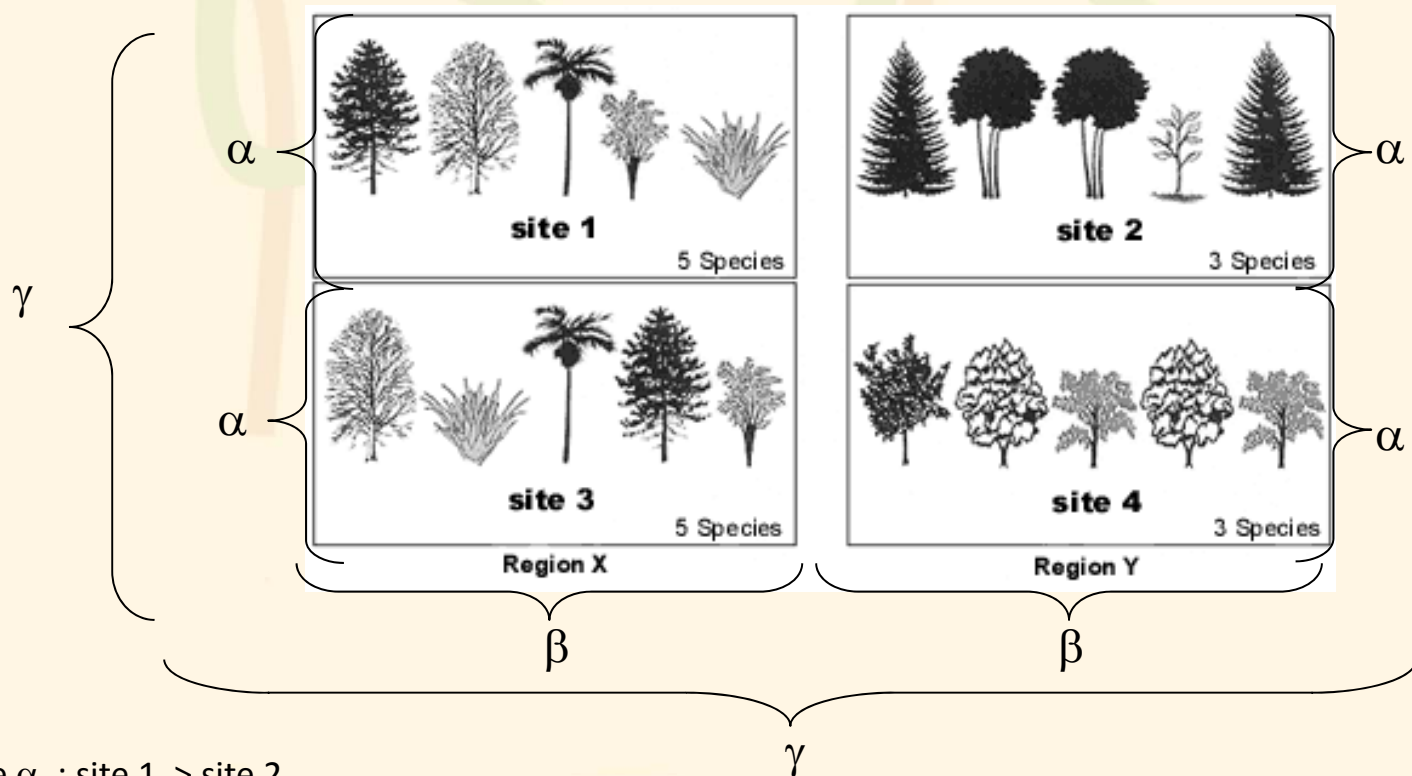
Du niveau local au niveau régional	<b>Diversité Gamma</b> Région géographique	Mesure la diversité à une échelle géographique régionale
	<b>Diversité Beta</b> Entre habitats	Mesure le changement entre 2 sites le long d'un gradient dans la même région géographique. Un indice plus grand indique moins de similarité dans la composition des espèces entre les différents habitats.
	<b>Diversité Alpha</b> Un seul habitat	Nombre d'espèces qui coexistent dans un habitat uniforme de taille fixe. Mesures de diversité $\alpha$ comprennent Shannon's, Simpson's





## Échelle géographique

figure 5.6. Perlman, D.L. and Adelson, G., 1997



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

Indice  $\alpha$  : site 1 > site 2

Indice  $\beta$  : région Y > région X (Le changement est plus grand en passant du site 2 au site 4 qu'en passant du site 1 au site 3)

Indice  $\gamma$  : région Y > région X

## Vertical structure of cocoa-based AFS in Talamanca (Costa Rica), as described by local farmers (APPTA, 2006)

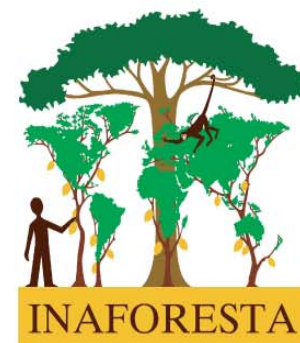
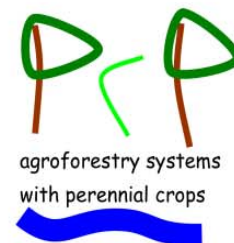
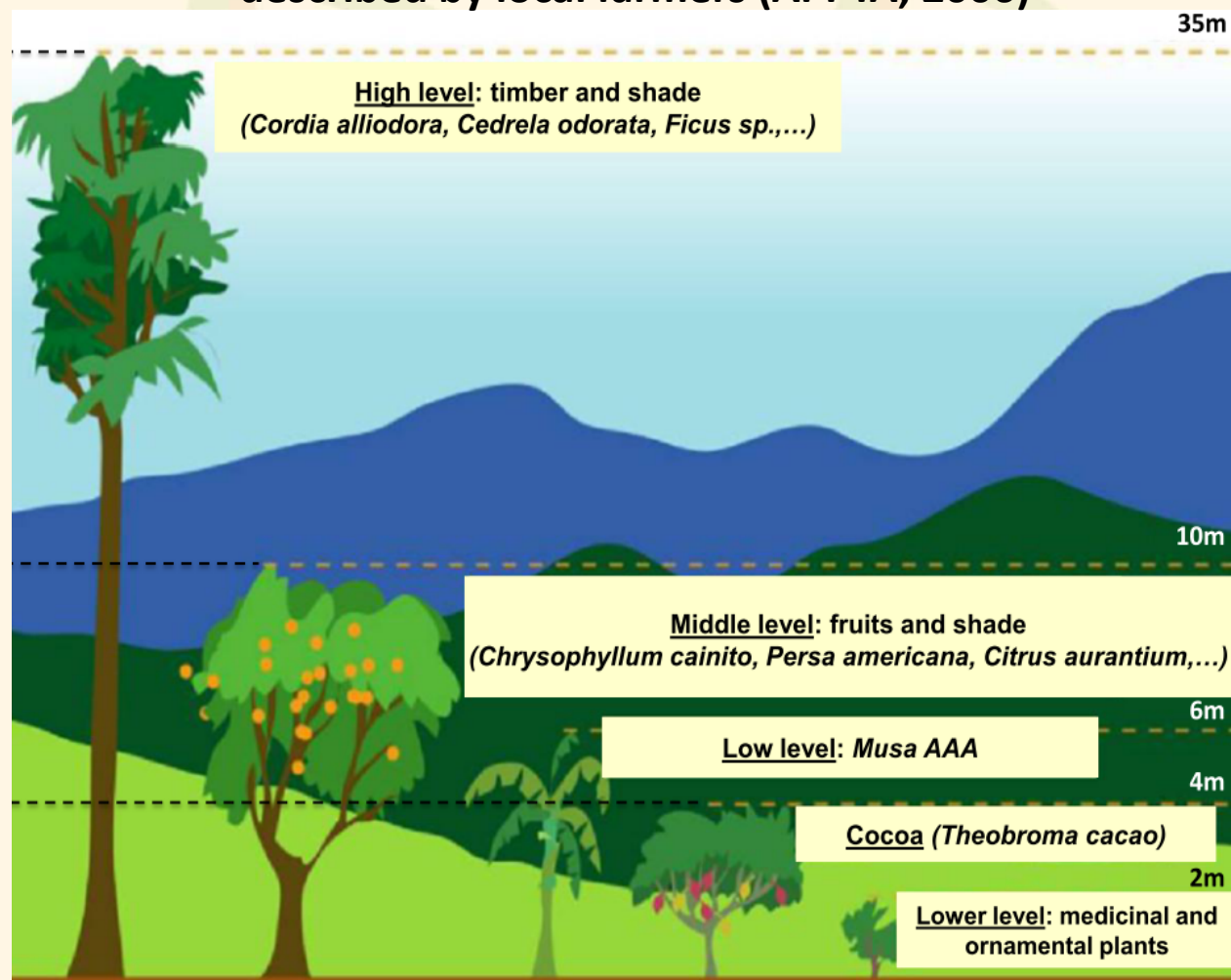
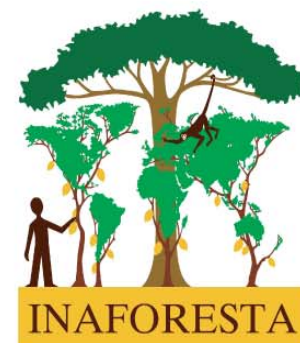






Figura 1. Doseles cacaoteros.

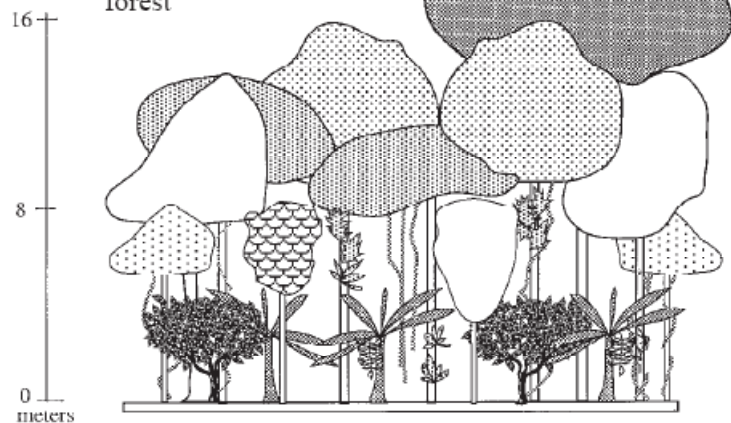


SAF cacao. Attributs de structure verticale avec découpage en 4 strates de hauteur. Indicateurs structurels de diversité (densité végétale) par strate et indicateurs compositionnels de diversité (éléments de richesse botanique).

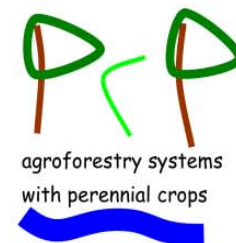
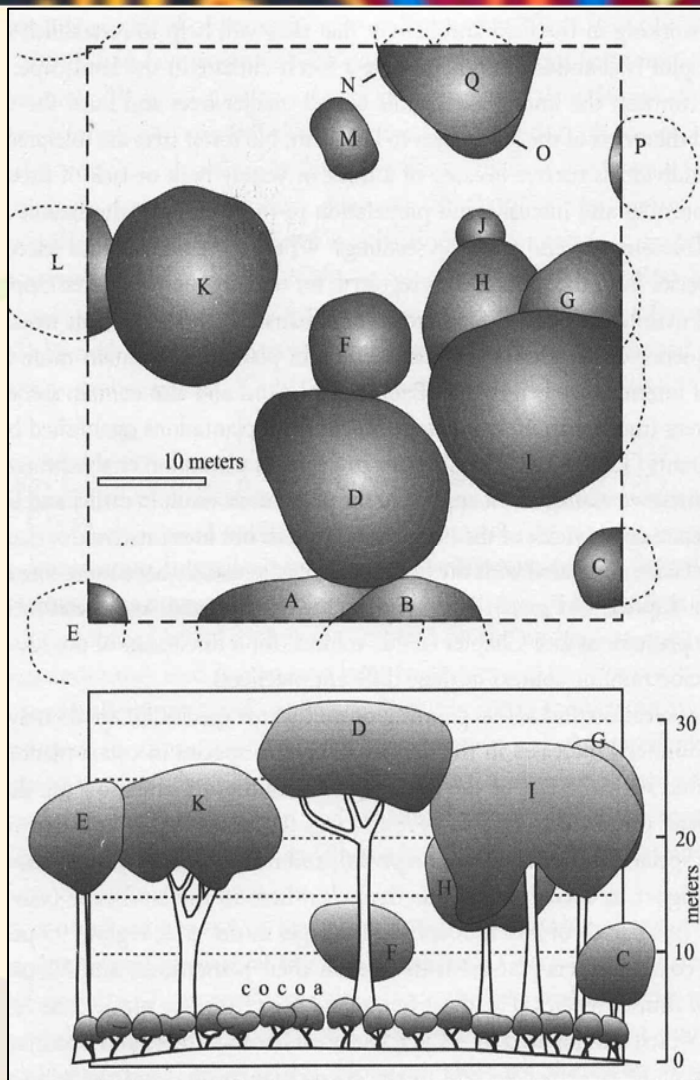
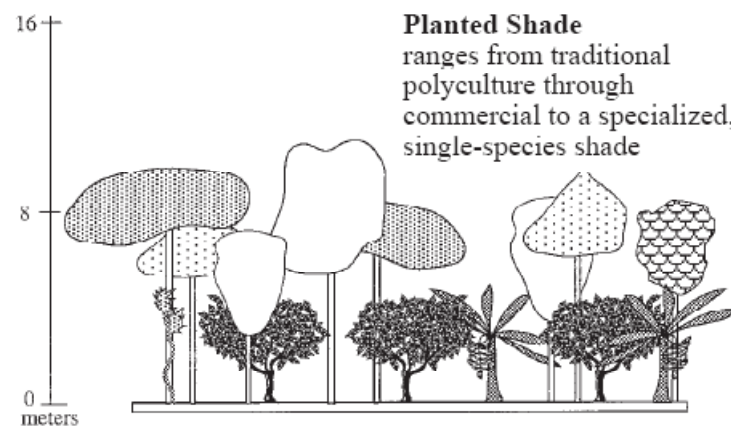
Source : Somarriba (2005)



**Rustic Cacao**  
planted beneath thinned  
primary or old secondary  
forest



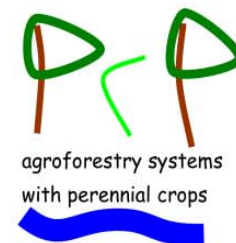
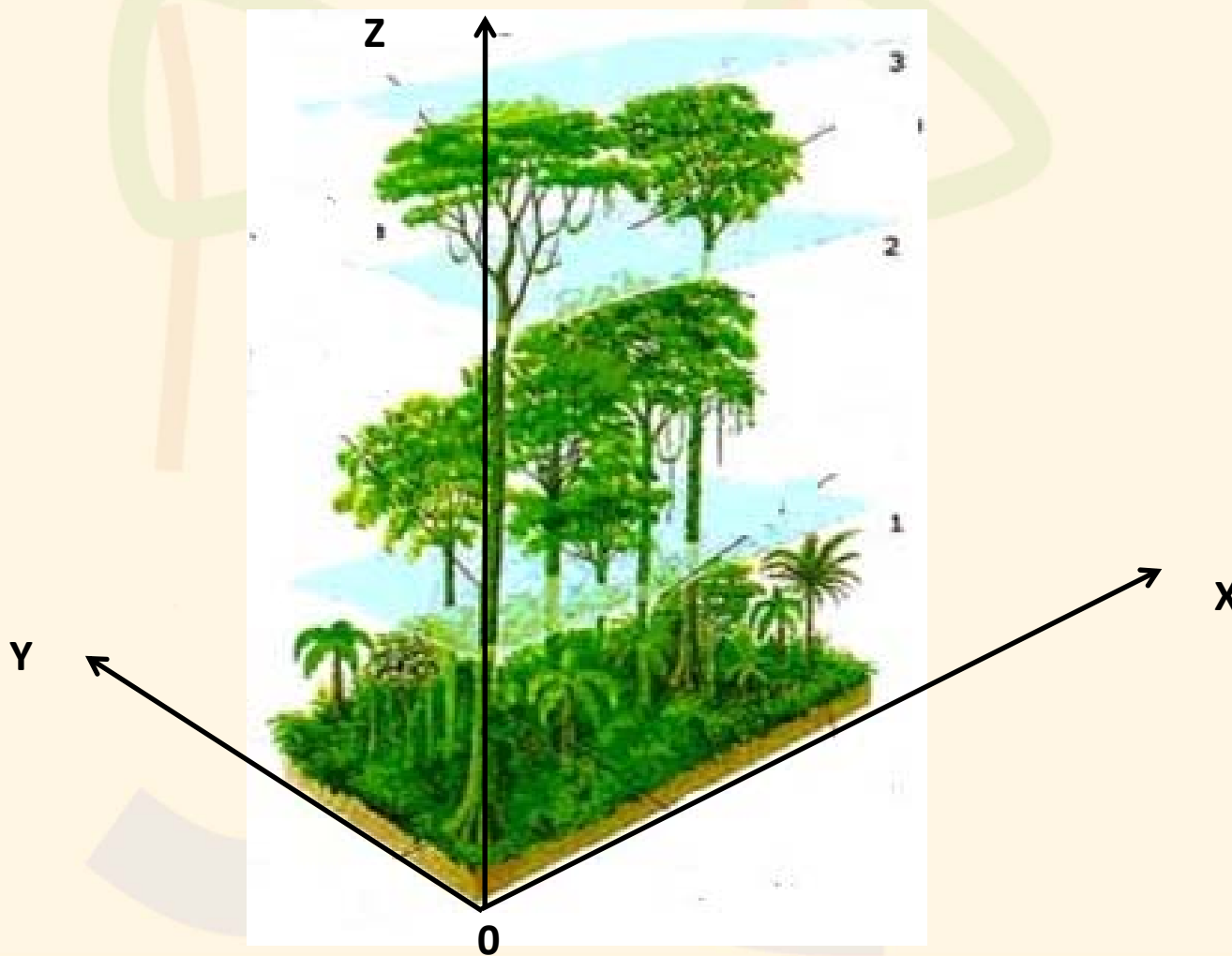
**Planted Shade**  
ranges from traditional  
polyculture through  
commercial to a specialized,  
single-species shade



Source : Rice and Greenberg (2000)

Source : Johns (1999)

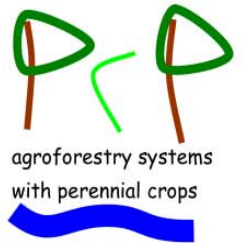
## La Structure de la végétation : un espace à 3 dimensions





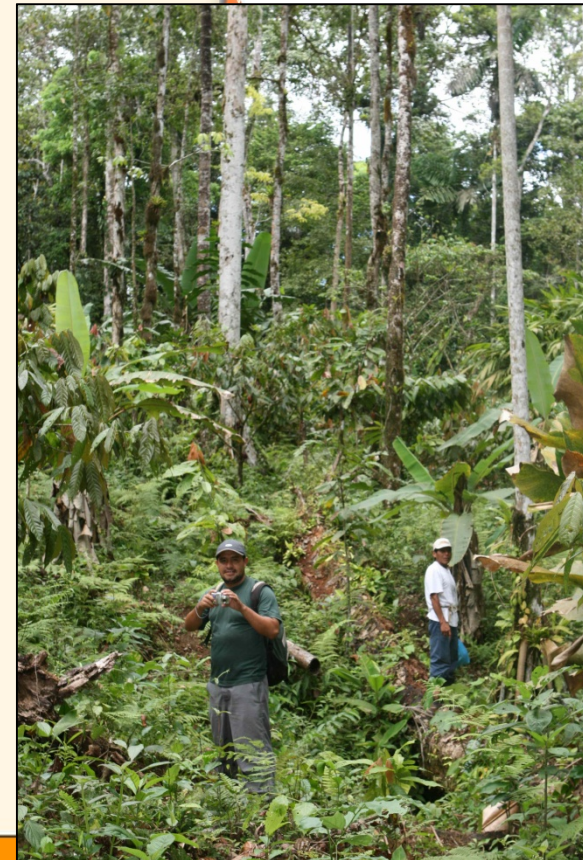
## QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



Structure de  
la végétation

Mesure d'attributs de la  
structure verticale



## QUESTION 1- Structure de la composante arborée

### Strates de la composante arborée haute

- Plantes  $\geq 2,5$  m : hauteur totale par individu, d.h.p. et identification botanique (DIVERSITE SPECIFIQUE)
- Pourcentage d'ombrage total à 1m du sol (moyenne saison des pluies/saison sèche).

### Strate des cacaoyers

- Dénombrement (densité)
- Diamètre à 30 cm de chaque individu
- Arbres groupés selon 4 classes de hauteur totale

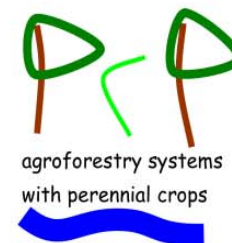
### Strates basses

- Couverture au sol des principaux groupes végétaux : 10 placettes de 1 m<sup>2</sup>.
- 4 mesures par an.



## QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative  
parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



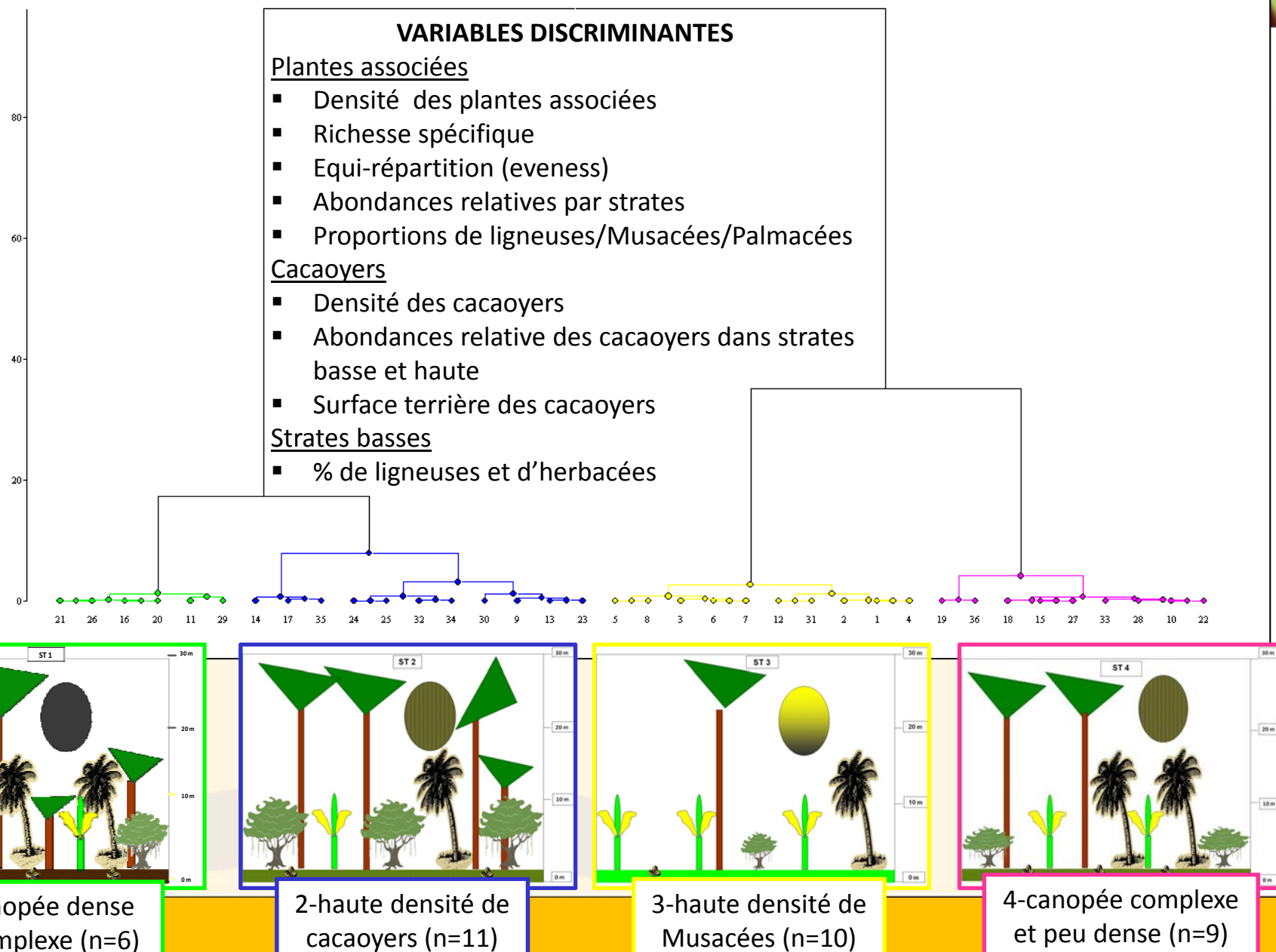
Structure de  
la végétation

Mesure d'attributs de la  
structure verticale

ACP  
Analyse ascendante hiérarchique  
Typologie



## 2- Structure de la composante arborée et constitution d'un gradient

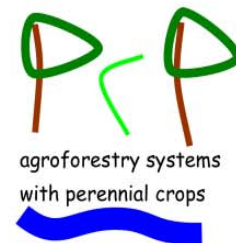




## QUESTION 1- Structure de la composante arborée

### QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



Structure de  
la végétation

Mesure d'attributs de la  
structure verticale

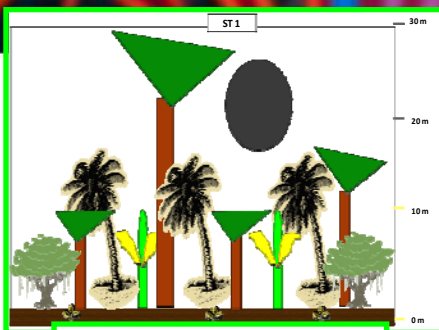
ACP

Analyse ascendante hiérarchique  
Typologie

ANOVA sur les variables contribuant  
aux groupes

Diversité  
de structure  
verticale  
de la  
végétation

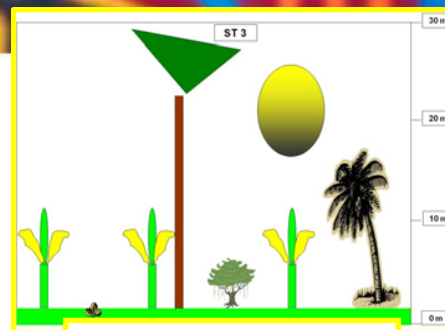
# QUESTION 1- Structure de la composante arborée



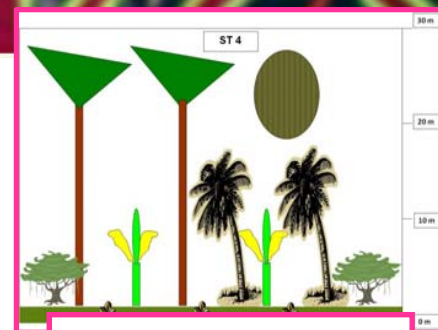
1-canopée dense et complexe (n=6)



2-haute densité de cacaoyers (n=11)



3-haute densité de Musacées (n=10)



4-canopée complexe et peu dense (n=9)

Densité des cacaoyers



Densité de la végétation des strates arborées



Représentativité dans les 3 strates arborées



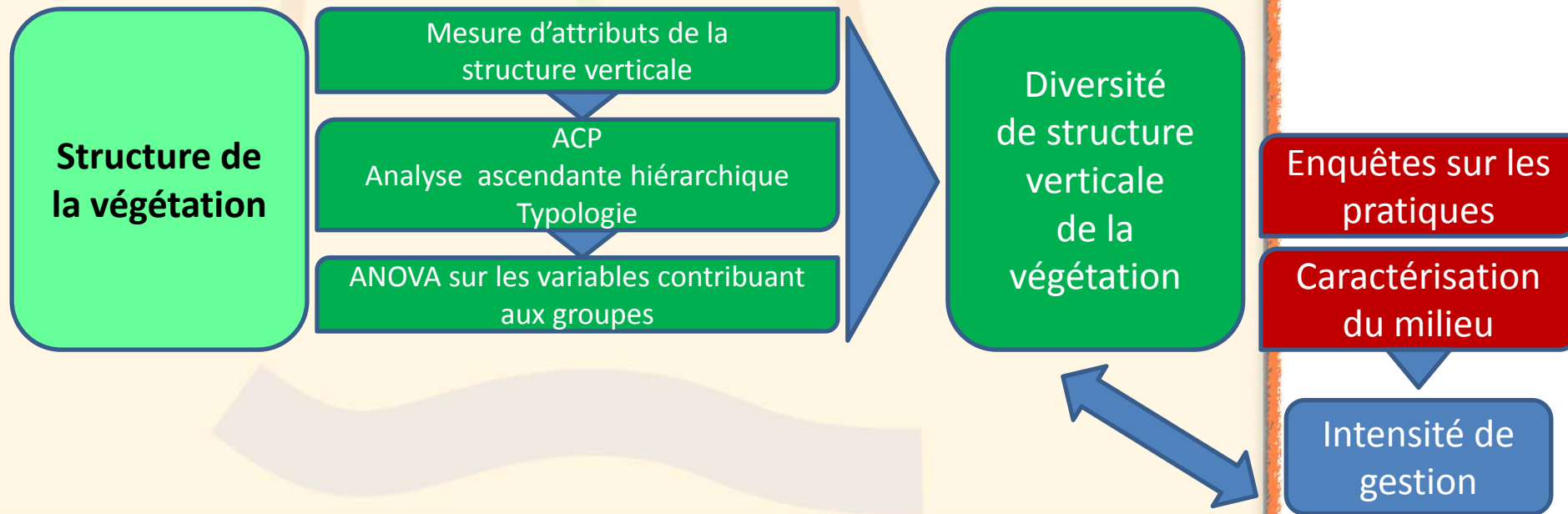
Nombre d'espèces végétales dans les strates arborées





## QUESTION 2

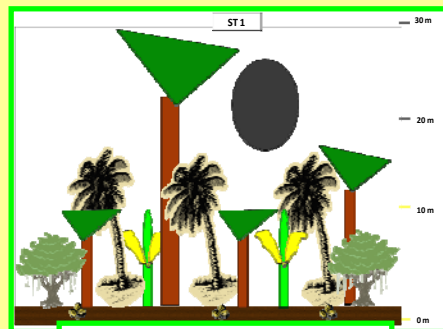
Peut-on relier la diversité de structure observée à une diversité d'intensité de gestion?



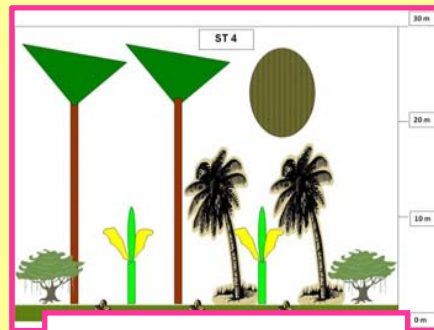




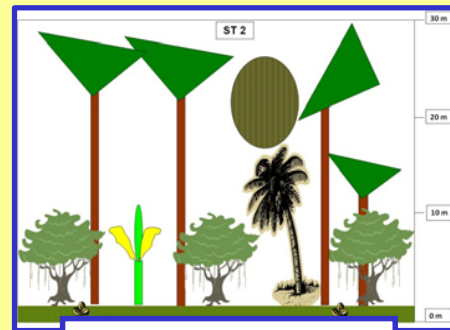
Peut-on relier la diversité de structure observée à une diversité d'intensité de gestion?



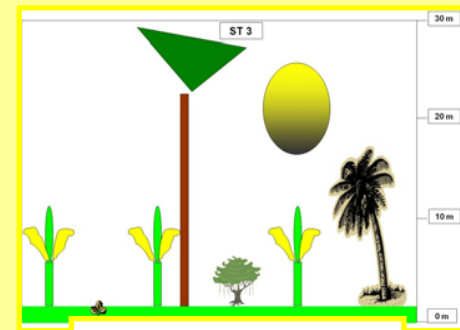
1-canopée dense et complexe (n=6)



4-canopée complexe et peu dense (n=9)



2-haute densité de cacaoyers (n=11)

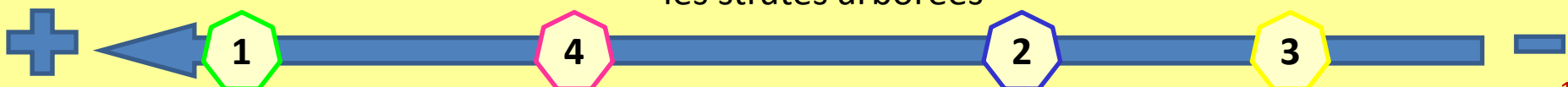


3-haute densité de Musacées (n=10)

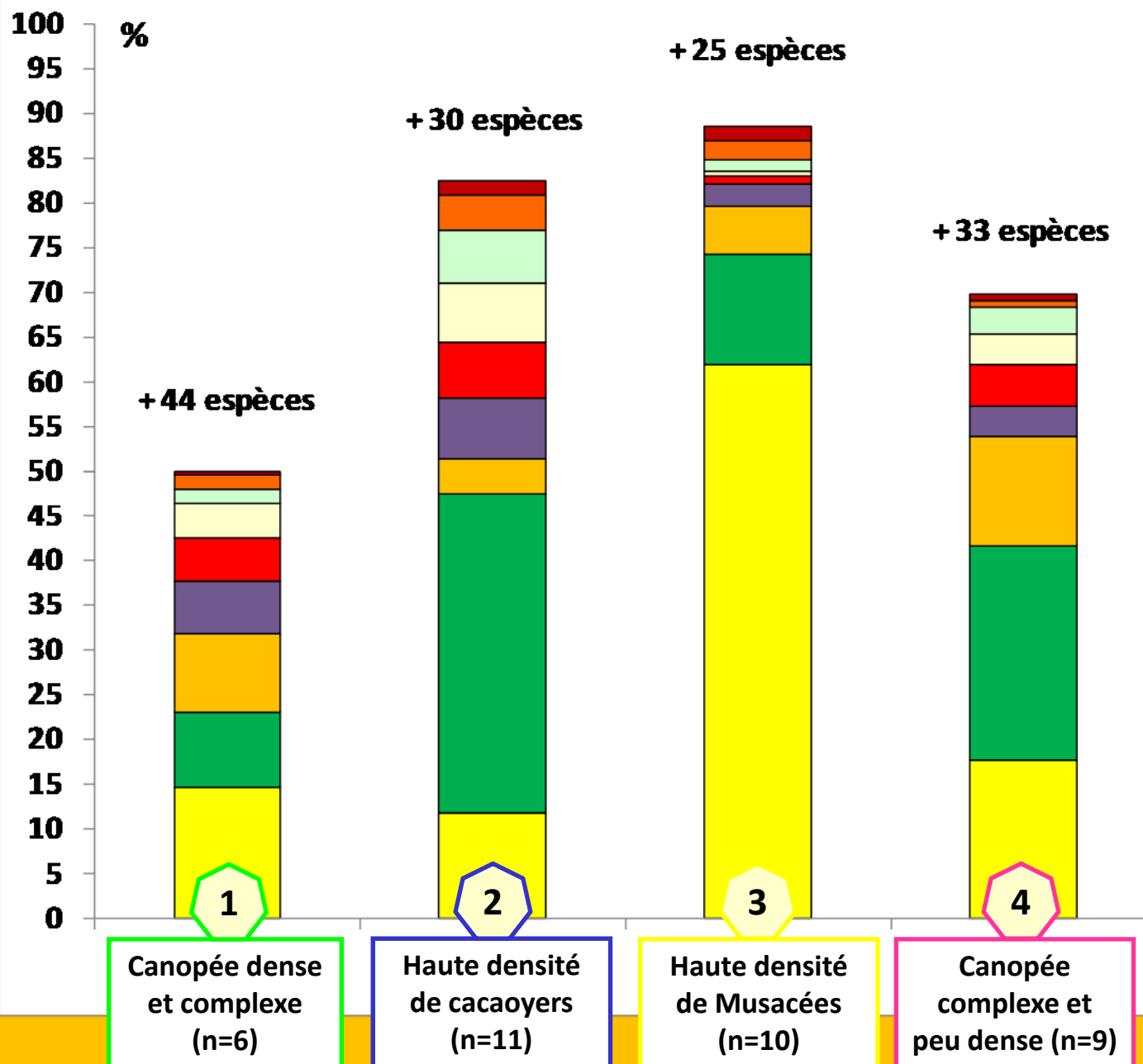
Intensité de gestion



Nombre d'espèces végétales dans les strates arborées



## QUESTION 1- Structure de la composante arborée



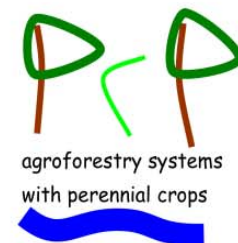
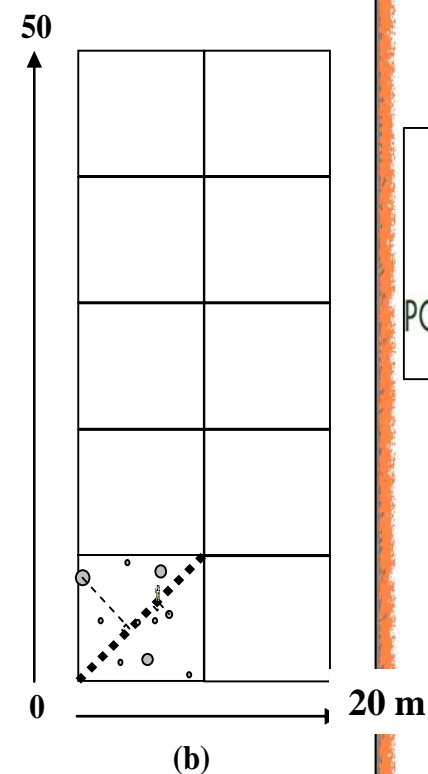
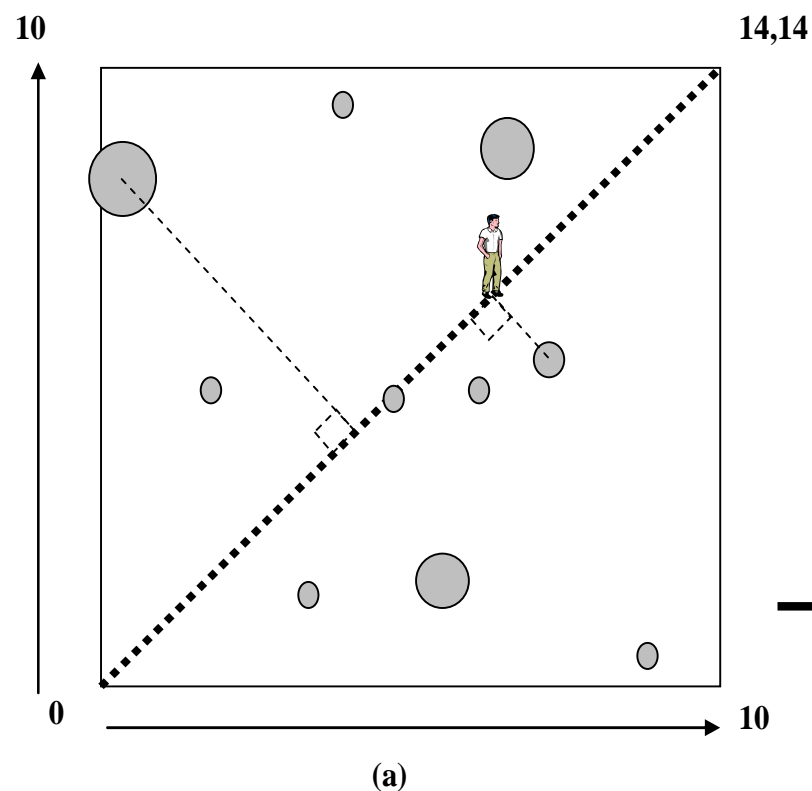
### STRATES ARBOREES

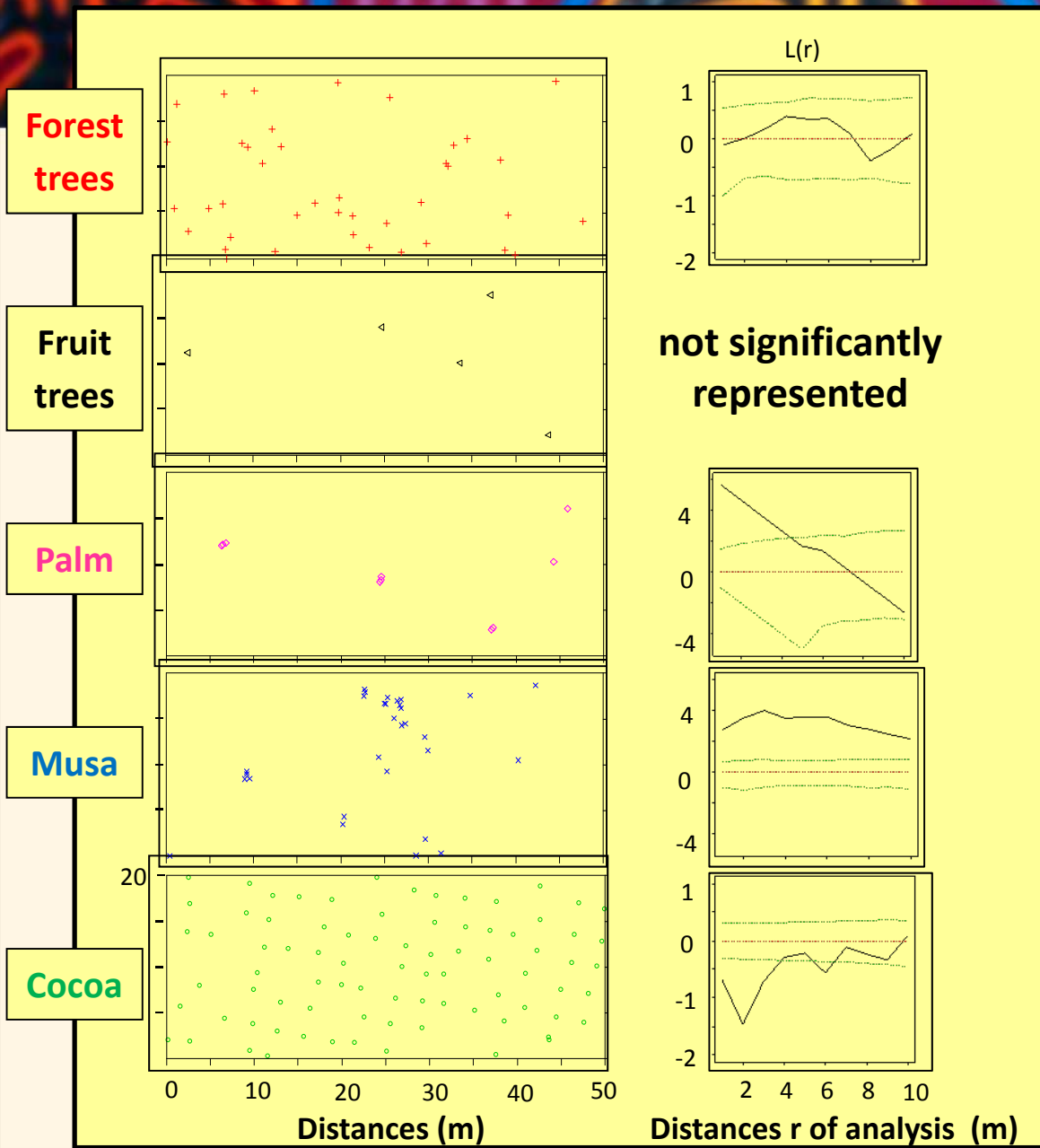
Abondances des 9 espèces communes aux 4 types d'agroforêts.

- *Persea americana*
- *Nephelium lappaceum*
- *Cedrela odorata*
- *Cupania cinerea*
- *Citrus aurantium*
- *Inga sp.*
- *Bactris gasipaes*
- *Cordia alliodora*
- *Musa sp.*



**Ngo-Bieng et al. 2012.** Cartography method used to obtain the (x, y) coordinates of all cocoa and non cocoa plants >2,5 m in 10 sub-plots (a) located in each 1000 m<sup>2</sup> sampling unit (b) in 36 agroforests plots.

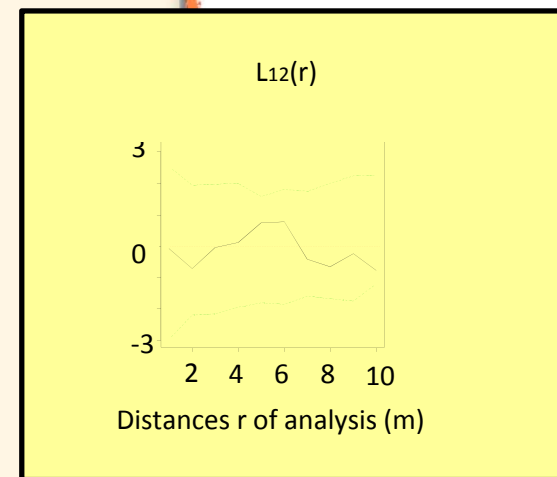




**Ngo Bieng et al. (2012) : Plot 2**

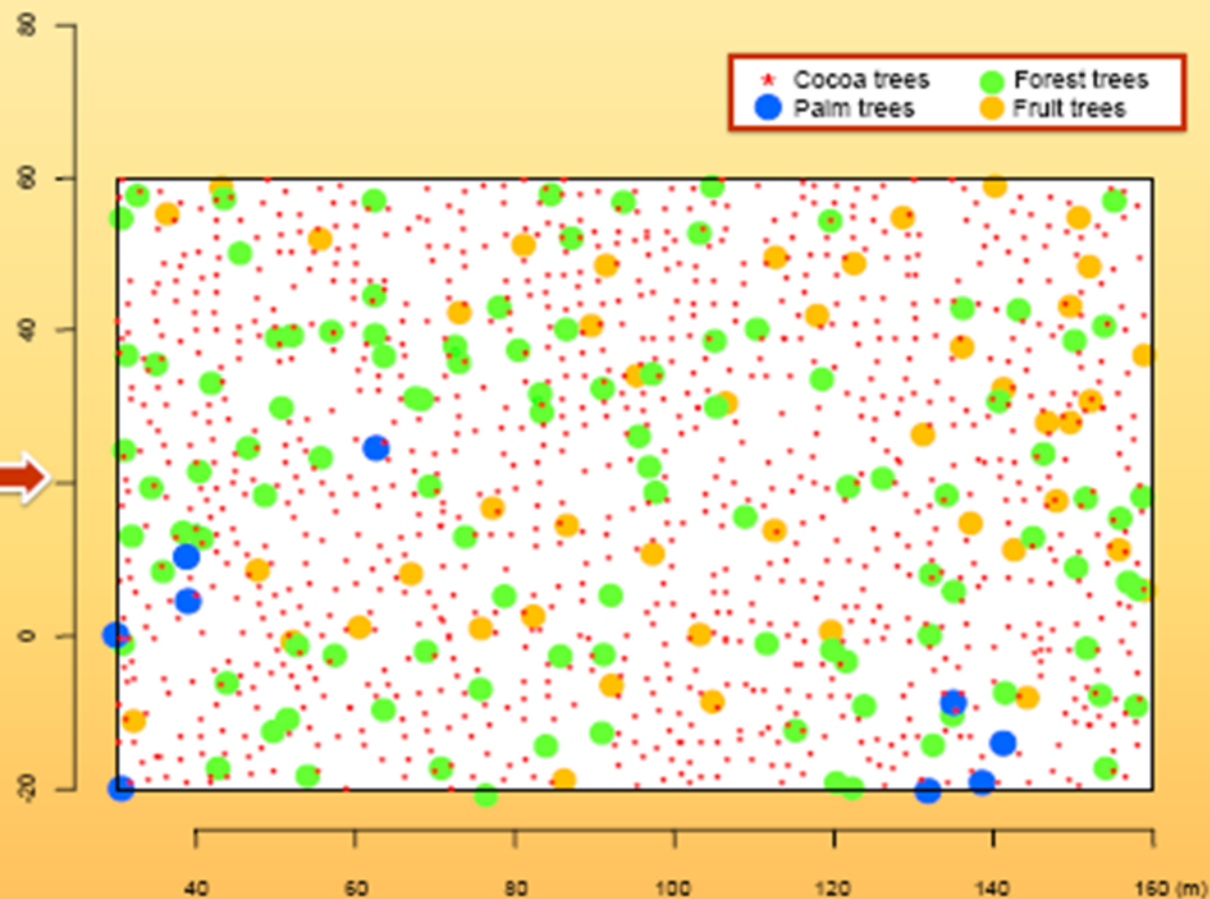
$L(r)$  functions (continuous lines) according to the distances of analysis  $r$  calculated for each corresponding group of trees on the left. CSR confidence envelopes (dotted lines) estimated at  $\alpha=0.05$ .

Below,  $L_{12}(r)$  between cocoa and forest trees





## Cocoa, Forest, Fruit and Palm trees pattern



agroforestry systems  
with perennial crops

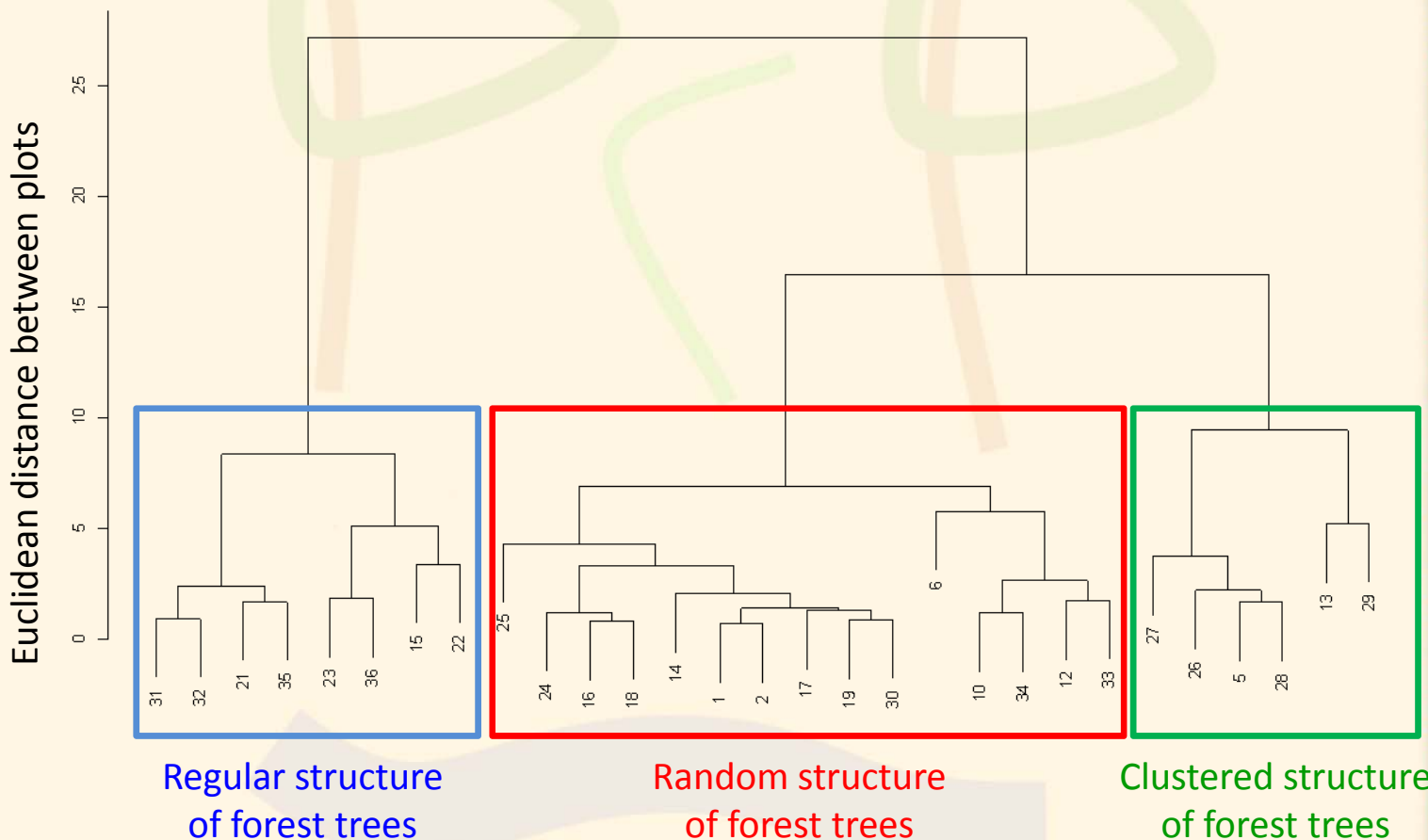
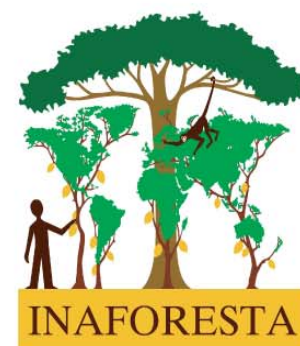
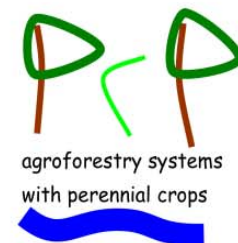


PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



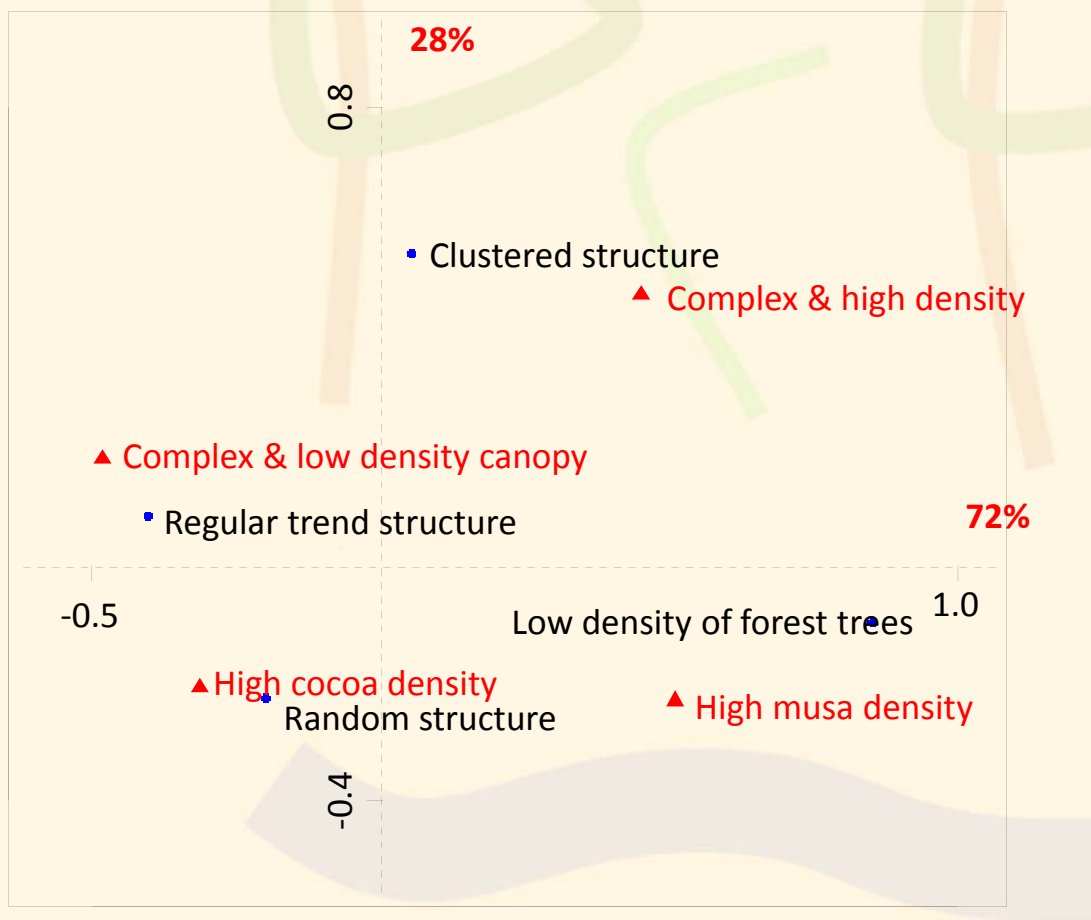
INAFORESTA

# Spatial structure typology based on the spatial structure of forest and cocoa trees and on their spatial interaction





**FCA performed on spatial structure clusters in rows,  
and vertical structure clusters + species richness in columns.**



agroforestry systems  
with perennial crops

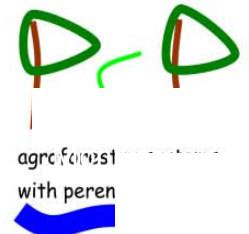
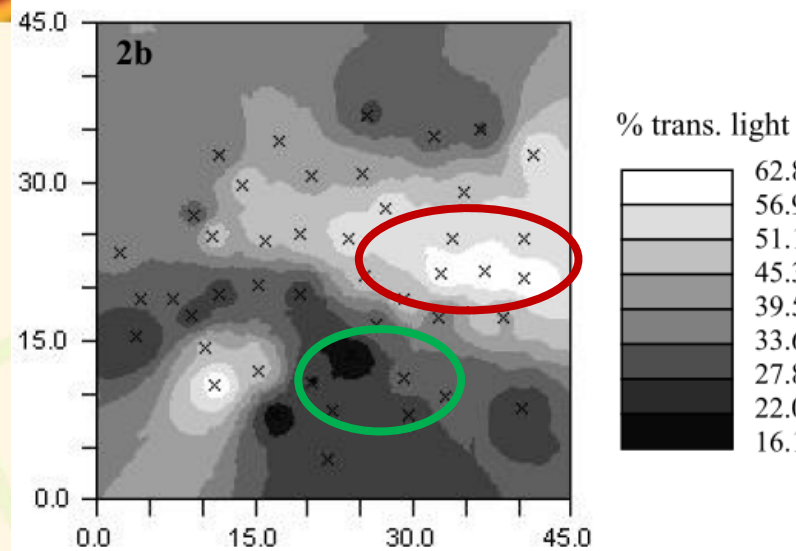
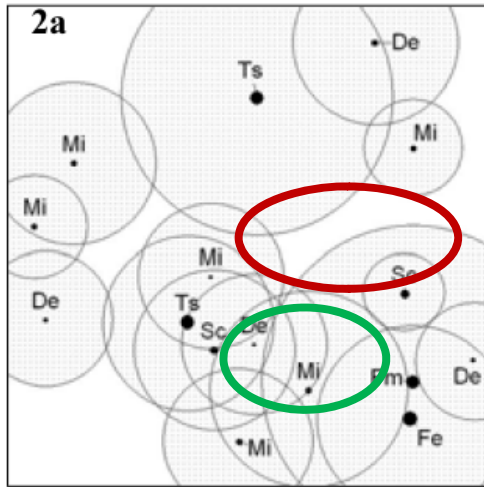


PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

# Perspectives



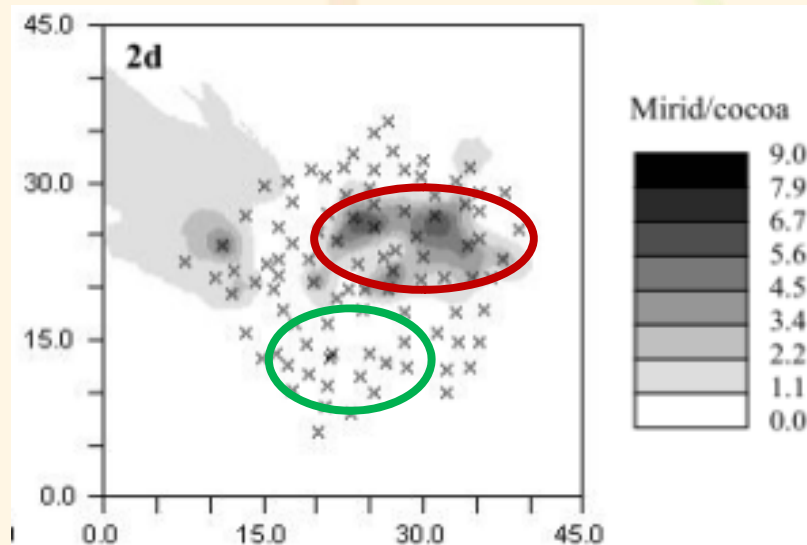
PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

Où sont les arbres ?

Où est l'ombrage ?

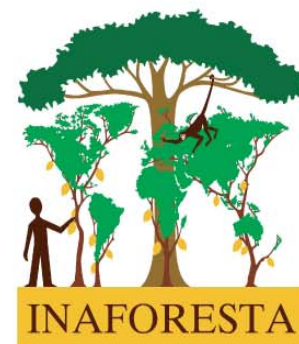
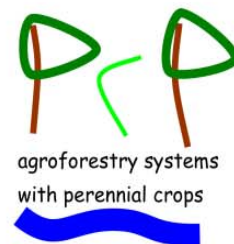


Où est  
la moniliose ?





**MERCI !**



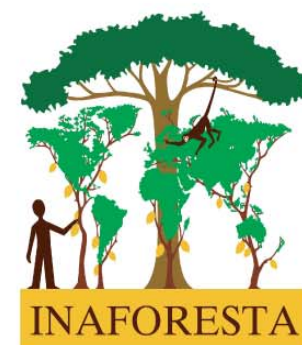
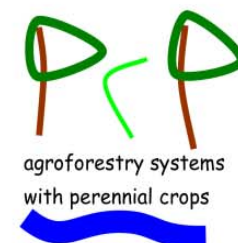


Values of L(r) and L12(r) discriminating the types in the typology of spatial structure. Values in the same line with the same letters are not significantly different (Tukey HSD test at  $p < 0.05$ ).

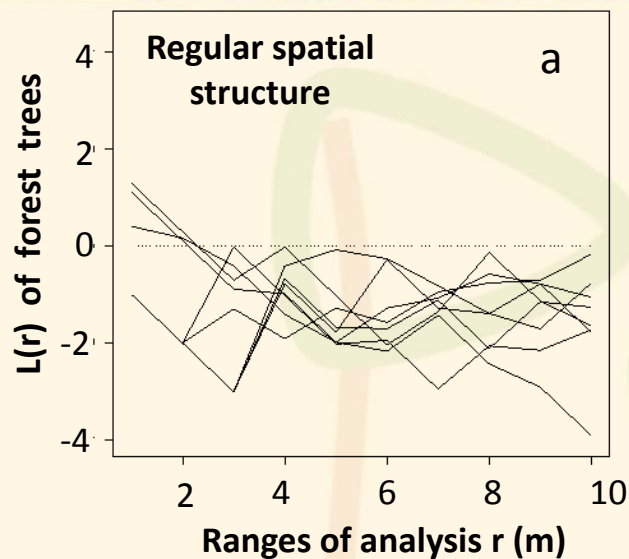
**Vegetation** structure clusters obtained by hierarchical cluster analysis of the 4 leading factorial coordinates by Principal Correspondence Analysis (PCA). The first 4 dimensions on a total of 28 explained 80.4% of the variations and individually not less than 5%.

\*\* ANOVA significant at  $p < 0.01$

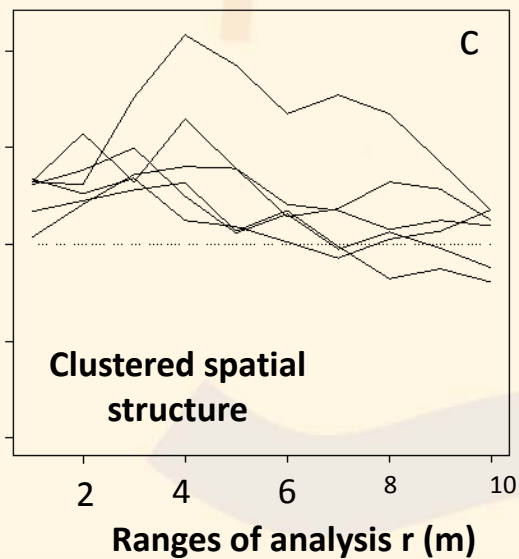
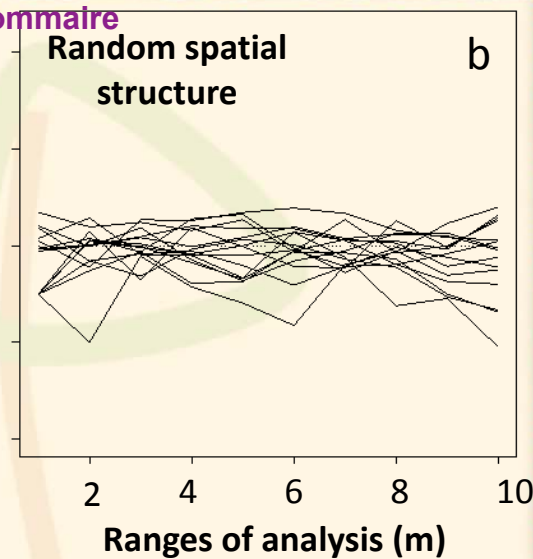
	Regular group (8)	Random group (15)	Agregated group (6)	Overall (29)	F value (Df=3)
L(1) forest trees	-0,28a	-0,37a	1,00b	-0,06	7,71**
L(2) forest trees	-1,18a	-0,13b	1,31c	-0,12	17,83**
L(3) forest trees	-1,54a	-0,03b	1,70c	-0,09	30,58**
L(4) forest trees	-0,90a	-0,06b	1,88c	0,11	24,44**
L(5) forest trees	-1,48a	-0,14b	1,28c	-0,22	20,49**
L(6) forest trees	-1,4a	-0,11b	0,92c	-0,25	19,68**
L(7) forest trees	-1,37a	-0,09b	0,68b	-0,28	15,78**
L(8) forest trees	-1,36a	-0,11b	0,66b	-0,29	13,71**
L(9) forest trees	-1,41a	-0,29b	0,51c	-0,43	15,57**
L(10) forest trees	-1,53a	-0,28b	0,17b	-0,53	7,72**
L12(4) cocoa + forest trees	-0,07a	-0,01a	-0,63b	-0,15	7,49**







[Retour au Sommaire](#)



**$L(r)$  functions of forest trees of each plot in the group of :**

- (A) trend to regular structure of forest trees ;**
- (B) of random structure of forest trees;**
- (C) of clustered structure of forest trees.**

